

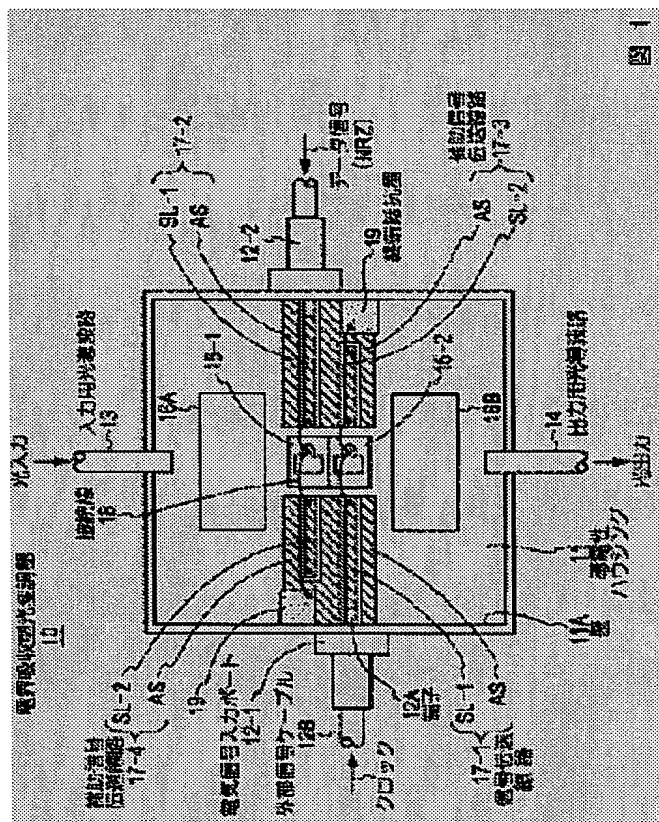
## ELECTROABSORPTION OPTICAL MODULATOR

Patent number: JP2002296552  
 Publication date: 2002-10-09  
 Inventor: TANAKA MIGAKU  
 Applicant: JAPAN AVIATION ELECTRONICS INDUSTRY LTD  
 Classification:  
 - international: G02F1/025; G02F1/015; H04B10/28; H04B10/02  
 - european:  
 Application number: JP20010099385 20010330  
 Priority number(s):

## Abstract of JP2002296552

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an electroabsorption optical modulator which optically realizes RZ coding with a simple structure.

**SOLUTION:** Two electroabsorption optical modulation elements 15-1 and 15-2 are closely formed on the same substrate. A signal conductor which supplies a signal to the two optical modulation elements is formed by coplanar lines to make the signal conductor very thin. Signal transmission lines 17-1, 17-2 and auxiliary signal transmission lines 17-3, 17-4 are formed by using these coplanar lines within the space where condensing lenses 16A and 16B are opposed. Terminal resistors 19 are placed outside the range where the condensing lens are opposed by using the auxiliary signal transmission lines, and the condensing lenses are placed within the range of a predetermined size.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

一、圖

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 A. 同一基板上に形成された光導波路に対して 2 組の電極対を設けて互に近接して形成した 2 個の電界吸収型光変調素子と、

B. 上記 2 個の電界吸収型光変調素子の光軸を線対称位置としてその両側に設けた電気信号入力ポートと、

C. この電気信号入力ポートのそれぞれと上記 2 個の電界吸収型光変調素子の間に形成され、上記電界吸収型光変調素子と電気信号入力ポートとの間を電氣的に接続するコプレーナ線路構造の信号伝送線路と、

によって構成したことを特徴とする電界吸収型光変調器。

【請求項 2】 請求項 1 記載の電界吸収型光変調器において、上記電気信号入力ポートと上記電界吸収型光変調素子との間に配置した信号伝送線路は上記電界吸収型光変調素子の反対側にも補助信号伝送線路として形成され、この補助信号伝送線路の先端側に終端抵抗器を配置し、この補助信号伝送線路を通じて上記終端抵抗器を上記電界吸収型光変調素子に電氣的に接続する構成としたことを特徴とする電界吸収型光変調器。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の電界吸収型光変調器の何れかにおいて、上記 2 個の電界吸収型光変調素子を貫通する光軸の一方の端部と他方端部のそれぞれに集光レンズを対向して配置し、これら集光レンズをを介して上記電界吸収型光変調素子を入射用光導波路と出射用光導波路とに光学的に結合する構造をしたことを特徴とする電界吸収型光変調器。

【請求項 4】 請求項 1、2、3 記載の電界吸収型光変調器の何れかにおいて、一方の電界吸収型光変調素子で NRZ 波形モードのデータ変調を行い、他方の電界吸収型光変調素子でデータ信号に同期したクロックの変調を行って RZ 波形モードの光変調信号を得ることを特徴とする電界吸収型光変調器。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は光伝送路を用いてデータを伝送する場合に用いられる光変調器に関し、特に RZ 波形モードの光信号を簡素な構成の光変調器で生成することができる光変調器を提供しようとするものである。

【0002】

【従来の技術】 データ伝送速度の高速化に伴い、電気領域での RZ (Return to Zero) 信号生成が困難になってきている。この RZ 信号でのデータ伝送は、伝送信号 1 bit 毎に、各々クロック周波数の成分を持っていることから、受信端でクロックの再生を容易に実現できるため、データ伝送の一つの符号化方法として頻繁に利用されている。このため、何らかの方法により伝送信号の RZ 符号化を実現させる必要がある。

【0003】 一方、光領域での RZ 符号化は、2 台の電

界吸収型光変調器を直列接続することで、比較的容易に実現可能である。その方法は、2 台の電界吸収型光変調器を用い一方の光変調器に高周波データ信号として NRZ (non-Return to Zero) 信号と光 CW (Continuous Wave) 信号を入力し、一次光変調 (データ変調) を行う。更に、もう一方の光変調器では、高周波データ信号に同期したクロック信号と、上記で光データ変調された信号とを入力し、同様に電界吸収型光変調器等により二次光変調 (光領域での RZ 符号化) 行う。この二段の光変調結果より、RZ 符号化された光変調信号を得ることが知られている。

【0004】 尚、一次光変調と二次光変調での各高周波信号 (データとクロック) の順序は、入れ替えることは可能である。図 8 乃至図 11 を用いて従来の電界吸収型光変調器の一例を説明する。図 8 は電界吸収型光変調器 10 の平面構造を示す。図中 11 は金属ブロックで形成された導電性ハウジングを示す。この導電性ハウジング 11 は四周に壁 11A を具備し、この壁 11A に電気信号入力ポート 12 と、入力用光導波路 13 及び出力用光導波路 14 とが支持される。尚、これらの入力用光導波路 13 及び 14 は一般に光ファイバが用いられる。

【0005】 導電性ハウジング 11 のほぼ中央部に電界吸収型光変調素子 15 が装着される。この電界吸収型光変調器 15 は例えば図 10 に示すように誘電体層の内部に光導波路 15A が貫通して形成され、この光導波路 15A を挟んで電極 15B と 15C が形成され、電極 15C が電氣的及び機械的に導電性ハウジング 11 に結合され、電極 15B と 15C 間に電気信号を印加して光導波路 15A を通過する光を変調する。電界吸収型光変調素子 15 を貫通する光導波路 15A の軸線は入力用光導波路 13 と出力用光導波路 14 の各軸線と一致するように位置合せされる。16A、16B はこれら入力用光導波路 13 と光導波路 15A の一方の端部及び光導波路 15A の他方の端部と出力用光導波路 14 との間に介挿した集光レンズを示す。これらの集光レンズ 16A、16B によって入力用光導波路 13 と電界吸収型光変調器 15 及び電界吸収型光変調器 15 と出力用光導波路 14 との間を効率よく光結合させている。

【0006】 電気信号入力ポート 12 は、高周波用電気コネクタによって構成される。この高周波用電気コネクタの端子 12A がマイクロストリップラインで構成される信号伝送線路 17 に接続され、この信号伝送線路 17 と接続線 (ボンディングワイヤ) 18 を通じて電界吸収型光変調素子 15 に電氣的に接続される。電界吸収型光変調素子 15 を中心として信号伝送線路 17 とは反対側に終端抵抗器 19 を構成する抵抗膜が導電性ハウジング 11 の表面に装着され、この終端抵抗器 19 にも接続線 18 が接続される。図 11 に信号伝送線路 17 の構造を示す。誘電体で構成された絶縁基板 17A の背面に接地導体 17B が形成され、表側の面に信号伝送線 17C が形

成されてマイクロストリップラインが構成される。絶縁層 17A を構成する誘電体の誘電率と、信号伝送線 17C の幅及び絶縁基板 17A の厚み等によって信号伝送線 17C の特性インピーダンスが例えば  $50\Omega$  に設定される。

【0007】上述した構成の電界吸収型光変調器 15 により RZ 符号化された光変調信号を得るためには、RZ 符号化された高周波信号を外部信号ケーブル 12B を介して電気信号入力ポート 12 に入力し、信号伝送線路 17 及び接続線 18 を経由して電界吸収型光変調素子 15 に供給する。また光源(特に図示しない)から出射された光は、入力用光導波路 13 を介して入力側集光レンズ 16A に入力され、入力側集光レンズ 16A により集光し、電界吸収型光変調素子 15 に光結合する。電界吸収型光変調素子 15 には信号伝送線路 17 を通じて RZ 化された高周波信号が印加されている。この RZ 化された高周波信号に従い、電界吸収型光変調素子 15 において入力された光の強度変調が行われ、出力側集光レンズ 16B に出射される。この光変調波は、出力側集光レンズ 16B により集光され、出力用光導波路 14 により電界

吸収型光変調器 10 の外部へ出力される。

【0008】図 8 において、現状の電界吸収型光変調素子 15 の NA (Numerical Aperture: 開口数) は  $0.6 \sim 0.7$  程度である。光の結合効率から、集光レンズ 16A、16B の NA も同程度の  $0.6 \sim 0.7$  に選定される。図 8 の場合、NA が  $0.6$  の集光レンズを用いた例を示している。このような構成を採った場合、電界吸収型光変調素子 15 と集光レンズ 16A、16B の各々との間隔 G1 (図 9 参照) は、レンズのもつ W. D. (Working Distance) により一義的に決定され、 $G1 = 0.3\text{mm}$  となる。

(NA  $0.7$  とした場合は) 電界吸収型光変調素子 15 と集光レンズ 16A、16B との間の間隔 G1 はさらに狭くなる。

【0009】従って、集光レンズ 16A、16B の相互の間隔 W1 は、電界吸収型光変調素子 15 の素子長  $L1 = 0.2\text{mm}$  に電界吸収型光変調素子 15 と集光レンズ 16A、16B との間の間隔 G1 の和から  $W1 = 0.2 + 0.3 \times 2 = 0.8\text{mm}$  となる。この  $W1 = 0.8\text{mm}$  の間隔に高周波信号を供給する信号伝送線路 17、及び信号伝送線路 17 を終端するための終端抵抗器 19 を配置することとなる。このようにして現状はデータ伝送速度  $10\text{GHz}$  程度の電気領域で RZ 化された高周波信号による光変調、光伝送が、実施されている。

【0010】ところで、市場要求に伴い、この伝送速度は増加する傾向にあり、現状ではデータ伝送速度を  $40\text{GHz}$  以上とする要求がある。この要求に対して、従来の電界吸収型光変調器 10 により実現する場合、変調帯域の広帯域化が必要となる。この広帯域化の方法として、電界吸収型光変調素子 15 の素子幅  $L1$  を短くし

(約  $1/2$  程度の  $L1 = 0.1\text{mm}$  程度にする必要がある)、電界吸収型光変調素子 15 の等価的な容量を低減させることで、広帯域化が可能となる。また、短くなった電界吸収型光変調素子 15 の素子長に対しレンズ間隔  $W1$  を  $W1 = 0.8\text{mm}$  を確保するため、電界吸収型光変調素子 15 の光入出力の両端面に、ある程度(この場合、片側  $0.05\text{mm}$  程度)の光導波路を設けることにより実現可能である。ただし、この光導波路はむやみに長くすると損失が増加することとなる。

【0011】一方、高周波信号に関して、RZ 化された高周波信号を電気領域での生成には、現状  $10\text{GHz}$  程度が実質的な限界である。たとえ  $40\text{GHz}$  以上の RZ 化信号の生成が可能な装置の作製可能である場合においても、非常に高価な装置となってしまう欠点がある。このような状況から、現状  $10\text{GHz}$  を超える RZ 信号による光変調・伝送システムに関しては、図 12 に示すような構成とし、光領域で RZ 符号化を行い、光変調波を得る方法が考えられている。光領域で RZ 符号化を行う方法を図 12 を参照して説明する。

【0012】図 12 において、15-1、15-2 は上記で示した広帯域化を図った電界吸収型光変調器を示す。この広帯域化された 2 個の電界吸収型光変調素子 15-1、15-2 を図 12 に示すように光ファイバ 21 によって直列に接続する。図 12 の例では、一段目の電界吸収型光変調素子 15-1 に、高周波電気信号として NRZ のデータ信号と、光源から出射された光を入力し、一次光データ変調を行う。一次光データ変調された光変調波は一段目の電界吸収型光変調素子 15-1 の出力端子から光ファイバ 21 へ出力され、二段目の電界吸収型光変調素子 15-2 へ入力される。この光データ変調された入力波と、高周波電気信号入力端子から入力されるデータ信号に同期したクロックにより二次光変調(光領域での RZ 符号化)を行うことにより、RZ 符号化された光変調波を得ることができる。

【0013】このような構成により、光領域での RZ 符号化された光変調波を得る場合、以下のようなデメリットが生じる。

(1) 2 個の電界吸収型光変調素子 15-1 と 15-2 を二段使用することで、入出力集光レンズ 16A と 16B が四枚挿入されることとなり、光を結合させる回数が増加してしまい、結合損失を増加させてしまう。

(2) 入力する高周波電気信号としてのデータ (NRZ) 信号とクロック信号の同期ずれを起こしやすい。すなわち、電界吸収型光変調素子 15-1 と 15-2 を接続している光ファイバ 21 の長さに依存し、同期がずれてしまうことがある。この同期ずれを補償するために外部に複雑な同期補償装置を必要とする。

【0014】また、システムを構成する場合において、ここに同期補償を行う必要性が発生しシステムの構成が複雑となる欠点がある。

(3) 部品点数の増加に伴い、コストパフォーマンスが低下し、省スペース化を図ることも難しくなる欠点もある。

#### 【0015】

【発明が解決しようとする課題】図12に示した構造によりRZ符号化された光変調波を得ることができるが、その実現には光変調器以外に同期化のための補償装置が必要となり、高価な装置になる。この欠点を解消するために2個の電界吸収型光変調素子15-1及び15-2を極めて短い距離に配置し、同期ずれの発生を阻止する構造が考えられる。図13にその一例を示す。この図13に示す例では2個の電界吸収型光変調素子15-1、15-2を同一基板内に形成し、この同一基板内において、光導波路によって直列接続し、直列集積化した電界吸収型光変調素子15-1、15-2を用いることで、これら電界吸収型光変調素子15-1、15-2を近接して配置することにより、同期ずれの発生を回避する方法が考えられる。

【0016】然し乍ら、この方法を採用するには集光レンズ16Aと16Bの対向間隔W1の寸法の範囲内に2個の電界吸収型光変調素子15-1、15-2に電気信号を供給するための信号伝送線路17-1と17-2及び終端抵抗器19を配置しなければならない。これを実現するために電界吸収型光変調素子15-1、15-2の各素子長 $L_1 = 0.1\text{ mm}$  (広帯域化のために図9に示した素子長 $L_1 = 0.2\text{ mm}$ の $1/2$ の値にする)  $\times 2$ に線路長 $0.1\text{ mm}$ の光伝送路を加えることにより光変調素子15の全体の素子長 $L_1$ を $L_1 = 0.3\text{ mm}$ とし、更に、NAを $0.6$  (W、D、 $0.3\text{ mm}$ ) のレンズを用いるものとする、各レンズ16A、16Bと光変調素子15-1、15-2までの間隔G1は $G_1 = 0.3\text{ mm}$ となるから、この場合のレンズ間隔W1は $W_1 = 0.9\text{ mm}$ となる。従って図9の場合より $0.1\text{ mm}$ 広く採ることができるが、信号伝送線路17-1及び17-2の基板17Aと、終端抵抗器19の幅の和 $W_2'$ は $W_2' = 1.0\text{ mm}$  (基板17Aの幅 $0.5\text{ mm}$ 終端抵抗器19の幅は $0.5\text{ mm}$ ) であるから集光レンズ16Aと16Bの間に、信号伝送線路17の基板17Aと終端抵抗器19を配置することはまったく不可能である。図13はその様子を示している。従って従来の技術によっては2個の電界吸収型光変調素子15-1、15-2を近接して配置することにより同期外れが発生することなくRZ波形モードの光変調波を得ることができる光変調器を実現することはできない状況にある。

【0017】尚、ここに表記した各寸法は特性を満たす部品として現状で得られる最適な条件で選択したものである。この発明の目的は2個の電界吸収型光変調素子を近接して配置し、これにより同期外れの発生がないRZモードの光変調を行うことができる電界吸収型光変調器を実現することにある。

#### 【0018】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1では同一基板上に形成された光導波路に対して2組の電極対を設けて互いに近接して形成した2個の電界吸収型光変調素子と、この2個の電界吸収型光変調素子の光軸を線対称位置としてその両側に設けた電気信号入力ポートと、この電気信号入力ポートのそれぞれと2個の電界吸収型光変調素子の間に形成され、電界吸収型光変調素子と電気信号入力ポートとの間を電氣的に接続するコプレーナ線路構造の信号伝送線路と、によって構成した電界吸収型光変調器を提案する。

【0019】この発明の請求項2では請求項1記載の電界吸収型光変調器において、電気信号入力ポートと電界吸収型光変調素子との間に配置した信号伝送線路は、電界吸収型光変調素子の反対側にも補助信号伝送線路として形成され、この補助信号伝送線路の先端側に終端抵抗器を配置し、この補助信号伝送線路を通じて終端抵抗器を電界吸収型光変調素子に電氣的に接続する構成とした電界吸収型光変調器を提案する。この発明の請求項3では請求項1又は2記載の電界吸収型光変調器の何れかにおいて、2個の電界吸収型光変調素子を貫通する光軸の一方の端部と他方の端部のそれぞれに集光レンズを対向して配置し、これら集光レンズを介して電界吸収型光変調素子を入力用光導波路と出力用光導波路とに光学的に結合する構造とした電界吸収型光変調器を提案する。

【0020】この発明の請求項4では請求項1、2、3記載の電界吸収型光変調器の何れかにおいて、一方の電界吸収型光変調素子でNRZ波形モードのデータ変調を行い、他方の電界吸収型光変調素子でデータ信号に同期したクロックの変調を行ってRZ波形モードの光変調信号を得る構成とした電界吸収型光変調器を提案する。

#### 作用

この発明による電界吸収型光変調器によれば電気信号入力ポートと電界吸収型光変調素子との間を電氣的に接続する信号伝送線路をコプレーナ線路構造とすることにより、基板の幅を狭くすることができる。

【0021】更に、この発明では請求項2で提案するように電気信号入力ポートと電界吸収型光変調素子との間に配置した信号伝送線路を電界吸収型光変調素子の反対側にも補助信号伝送線路として形成し、この補助信号伝送線路の先端側に終端抵抗器を配置する構成を提案するから、この構造により終端抵抗器を集光レンズの対向間隔の範囲の外側に配置することができる。この結果、集光レンズの対向間隔W1の寸法が定められていたとしても、その対向間隔には信号伝送線路のみを収納すればよく、信号伝送線路と終端抵抗器とを集光レンズ相互の間に収納する必要がないため、電界吸収型光変調素子を近接して配置した構造の電界吸収型光変調器を実現することができることになる。

#### 【0022】

【発明の実施の形態】図1にこの発明による電界吸収型光変調器の一実施例を示す。図1において図8乃至図11と対応する部分には同一符号を付して示す。この発明による電界吸収型光変調器では2個の電界吸収型光変調素子15-1、15-2（広帯域化された電界吸収型光変調素子）を同一基板上に形成して極めて短い寸法の光導波路でこれらの電界吸収型光変調素子15-1、15-2を直列接続する。これらの電界吸収型光変調素子15-1、15-2の光軸は集光レンズ16A、16Bの光軸に一致するように位置合せされ、更に入力用光導波器13と、出力用光導波器14との光軸とも位置合せされて配置される。

【0023】この発明の特徴とする構成は電界吸収型光変調素子15-1、15-2の各光軸位置を線対称としてその両側に電気信号入力ポート12-1及び12-2を設けた構造とした点と、これら電気信号入力ポート12-1、12-2と電界吸収型光変調素子15-1、15-2のそれぞれの間にコプレーナ線路構造の信号伝送線路17-1、17-2を配置した点と、電界吸収型光変調素子15-1、15-2の位置を境にしてこの信号伝送線路17-1、17-2を配置した位置のそれぞれの反対側に補助信号伝送線路17-3、17-4を配置した点と、この補助信号伝送線路17-3、17-4の先端側に終端抵抗器19を配置した点である。

【0024】コプレーナ線路で構成される信号伝送線路17-1、17-2としては図3に示すように誘電体で構成された絶縁基板上に形成された接地導体ASと、この接地導体ASに囲まれて形成された信号線路SL-1を配置して構成される。また補助信号伝送線路17-3、17-4は接地導体ASに囲まれて信号伝送線路SL-2を配置して構成される。尚、図には表われないが絶縁基板の裏側にもその全面に接地導体が形成される。このコプレーナ線路によれば基板として使われる誘電体層の誘電率は元より信号線路SL-1及びSL-2の幅W4及び接地導体ASとの間の間隔G2によって信号伝送線路17-1、17-2及び17-3、17-4の特性インピーダンスを設定することができる。このために信号伝送線路17-1、17-2及び17-3、17-4の設計の自由度が向上し実質的に狭い幅の範囲に信号伝送線路17-1、17-2及び補助信号伝送線路17-3、17-4を形成することができる。

【0025】因みに図3に示す例では信号線路AS-1及びAS-2の線幅W4を $W4=0.07\text{ mm}$ 、信号線路AS-1、AS-2と接地導体ASとの間の間隔G2を $G2=0.04\text{ mm}$ とした場合を示す。この線路構造によれば基板の幅W3（図3参照）として $W3=0.75\text{ mm}$ の範囲内に信号伝送線路17-1又は17-2と、補助信号伝送線路17-3又は17-4を2本形成することができる。信号伝送線路17-1、17-2及び補助信号伝送線路17-3、17-4を構成する基板の幅

W3が $W3=0.75\text{ mm}$ であれば集光レンズ16Aと16Bの間の間隔W1を $W1=0.9\text{ mm}$ に設定することが可能であることから、図2に示すように集光レンズ16A、16Bの間隔W1の範囲内に信号伝送線路17-1又は17-2と補助信号伝送線路17-3又は17-4を2本ずつ形成した基盤を収納することができる。

【0026】補助信号伝送線路17-3又は17-4の長さの寸法L2は導電性ハウジング11上において、電界吸収型光変調素子15-1、15-2の位置から集光レンズ16A、16Bの対向する間隔の範囲より外側にいたる長さを有し、その先端側に終端抵抗器19を装着する。この終端抵抗器19は信号伝送線路17-1、17-2を形成した誘電体基板上に搭載される。図4に電界吸収型光変調素子15-1及び15-2の外観構造を示す。誘電体で構成される基板31の内部に光導波路32が形成され、この光導波路32が基板31の全長にわたって貫通して形成される。基板31の底面には全面に接地導体33が形成され、上面に2組の電極34A、34Bを形成する。これら2組の電極34A、34Bと接地導体33との間に電界を印加し、光強度変調が行われる。つまり、電極34Aと接地導体33により一方の電界吸収型光変調素子15-1が形成され、電極34Bと接地導体33とによって他方の電界吸収型光変調素子15-2が構成される。

【0027】電極34Aと34Bには接続線用の端子部35A、35Bが電気的に接続されて形成される。この接続線用の端子35Aと35Bに接続線18が接続され、この接続線18によって図1に示す例では信号伝送線路17-1の信号線路SL-1と電極34B及び補助信号伝送線路17-3の信号線路SL-2とを接続する。更に、補助信号伝送線路17-3の信号線路SL-2と終端抵抗器19とを接続線18によって接続する。また、信号伝送線路17-2の信号線路SL-1と電極34A及び補助信号伝送線路17-4の信号線路SL-2を接続線18で接続し、更に、補助信号伝送線路17-4の信号線路SL-2と終端抵抗器19を接続線18で電気的に接続する。

【0028】以上の構成により、一方の電界吸収型光変調素子15-1に信号入力ポート12-2から例えばNRZ波形モードのデータ信号を印加してデータ変調を行うと共に、信号入力ポート12-2からデータ信号に同期したクロックを与えることにより、電界吸収型光変調素子15-2でクロックの変調が行われる。出力用光導波路14からRZ符号化された光変調信号を出力することができる。図5にこの発明で用いたコプレーナ線路構造の信号伝送線路17-1、17-2の反射特性と、図8に示した従来技術に用いたマイクロストリップライン構造の信号伝送線路17の反射特性を示す。曲線Aは本発明で用いた信号伝送線路17-1、17-2の反射特性、曲線Bは従来技術で用いた信号伝送線路17の反射

特性を示す。図から明らかなように、本発明で用いた信号伝送線路 17-1、17-2 の反射特性は従来の技術で用いた信号伝送線路 17 より反射が少ないことわかる。従ってこの発明による電気吸収型光変調器は充分実用に供し得ることが実証される。

【0029】図 6 はこの発明に用いたコプレーナ線路を構成する信号線の幅 W4 と接地導体 AS との間隔 G2 の各種の実施例を示す。各実施例の反射特性を図 7 に示す。どの実施例でも似たような特性を呈するため、特に図 3 に示したコプレーナ線路の実施例に限定されないことが解かる。尚、上述では光変調素子 15-1、15-2 に光を入射し、また出射させる際に集光レンズ 16A、16B を用いた例を説明したが、必ずしもその必要はなく、光変調素子 15-1、15-2 の各光の入射端及び出射端に光導波路を直接接続してもよい。この場合でもこの発明の構成を採ることにより狭いスペースに信号伝送線路 17-1 と 17-2 及び補助信号線路 17-3、17-4 を配置できるため、光導波路の接続にこれらの信号伝送線路がじゃまになることがなく、有効である。

#### 【0030】

【発明の効果】以上の通りの構造とすることで、図 8 に示した従来例で問題となっていた、データ信号としての高周波信号を電気領域で RZ 符号化を行った後、電界吸収型光変調器に入力する必要がなくなり、NRZ データ信号と、このデータ信号に同期したクロックを挿入するのみで比較的簡易な方法により、光領域での RZ 符号化が可能となり、光伝送信号として RZ 符号化された光変調波を得ることができる。

【0031】また、図 12 に示した従来例で問題となっていた、電界吸収型光変調器間の光ファイバ長等に起因するデータ信号とクロック信号の同期ずれは、直列集積化電界吸収型光変調素子の光導波路の制作精度のみとなり、非常に小さなものとなり、同期ずれは無視できる程度となる。また、固体差についてもほとんど無くなる。従って外部に複雑な同期補償装置を用いる必要もなく廉価に RZ モードの変調器を提供することができる。また、従来の電界吸収型光変調器とほぼ同じ構造を持っていることから、光結合損失は従来例とほぼ同等であり、図 12 に示した従来例で生じるような、大きな損失が発生することはない。更に、従来の電界吸収型光変調器に対して、大きな部品点数の増加はなく、低コスト化が可能な構造となっている。

【0032】また、システムを構成をする上で、従来の

電界吸収型光変調器に対し、本発明である直列集積化電界吸収型光変調器は、ほぼ同等のサイズであり、省スペース化を考慮した構造となっている。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明による電界吸収型光変調器の一実施例を示す平面図。

【図 2】図 1 に示した実施例の各部の寸法の一例を説明するための平面図。

【図 3】図 1 に示した実施例に用いたコプレーナ線路の構造を説明するための拡大平面図。

【図 4】図 1 に示した実施例に用いた電界吸収型光変調器の外観構造の一例を示す斜視図。

【図 5】図 1 に示したこの発明で用いたコプレーナ線路と従来の技術で使用した信号伝送線路（マイクロストリップ線路）の反射特性を比較するためのグラフ。

【図 6】図 1 に示した実施例に用いたコプレーナ線路の各種の寸法の実施例を説明するための図。

【図 7】図 6 に示したコプレーナ線路の各実施例で得られる反射特性を説明するためのグラフ。

20 【図 8】従来の技術を説明するための平面図。

【図 9】図 8 に示した従来の技術の各部の寸法を説明するための平面図。

【図 10】図 8 に示した従来の技術に用いた電界吸収型光変調素子の構造を説明するための斜視図。

【図 11】図 8 に示した従来技術に用いた信号伝送線路の構造を説明するための斜視図。

【図 12】従来の技術で光学的に RZ 符号化を実現する場合の光変調器の構成を説明するための図。

30 【図 13】従来技術によっては集光レンズ間の間隔の範囲内に信号伝送線路と終端抵抗器を収納することができない理由を説明するための平面図。

#### 【符号の説明】

10 電界吸収型光変調器

11 導電性ハウジング

12、12-1、12-2 電気信号入力ポート

13 入力用光導波路

14 出力用光導波路

15、15-1、15-2 電界吸収型光変調素子

16A、16B 集光レンズ

40 17、17-1、17-2 信号伝送線路

17-3、17-4 補助信号伝送線路

18 接続線

19 終端抵抗器

【図1】

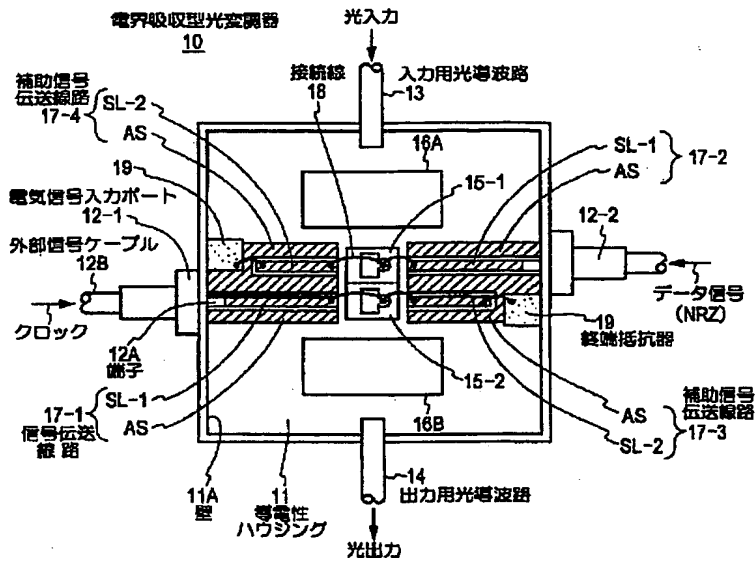


図 1

【図2】

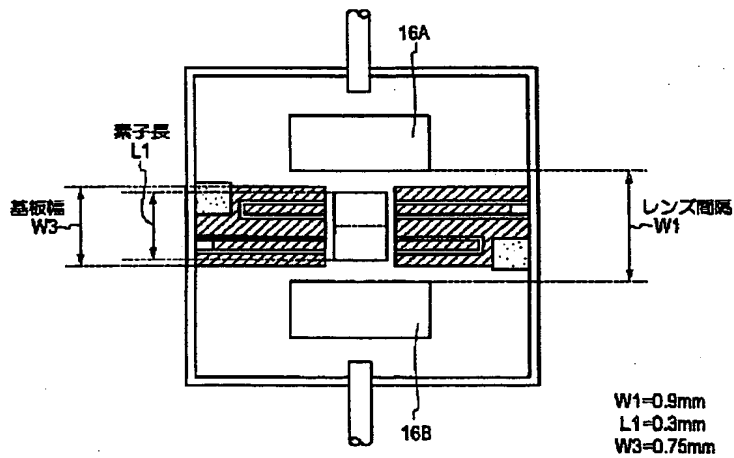


図 2

【図5】

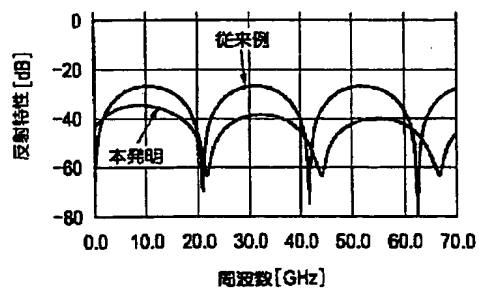


図 5

【図6】

	例 1	例 2	例 3	例 4	例 5	例 6	例 7
信号線幅 W4 [mm]	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1
信号線と接地導体との間隔 G2 [mm]	0.26	0.36	0.36	0.40	0.47	0.51	0.60

図 6



【図3】

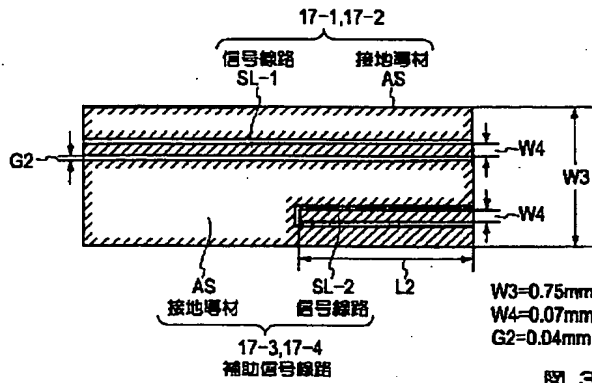


図 3

【図4】

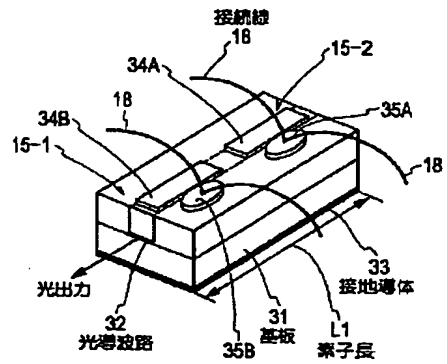


図 4

【図7】

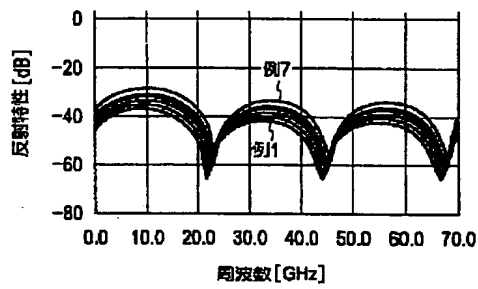


図 7

【図12】

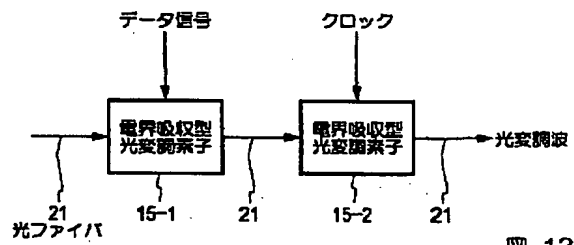


図 12

【図8】

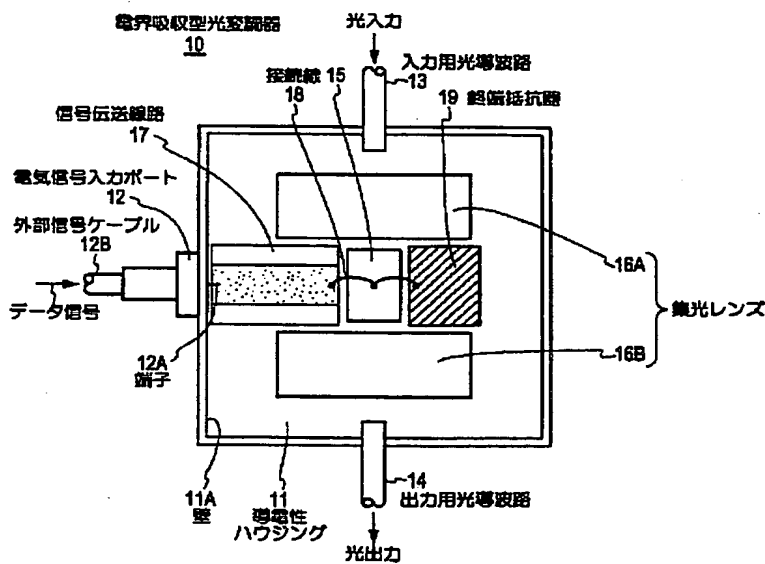


図 8

【図9】

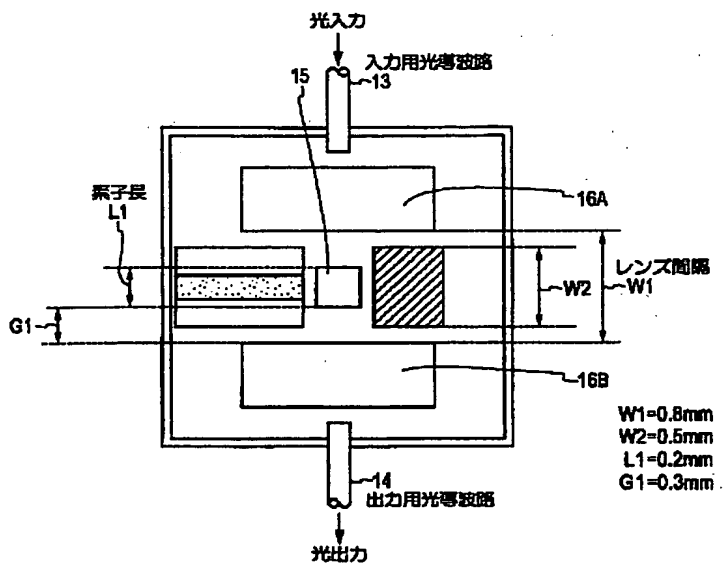


図 9

【図10】

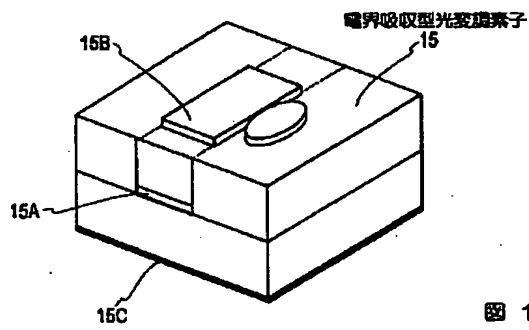


図 10

【図11】

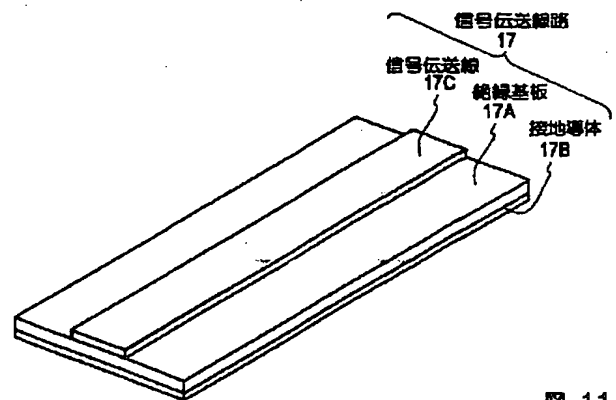


図 11

【図13】

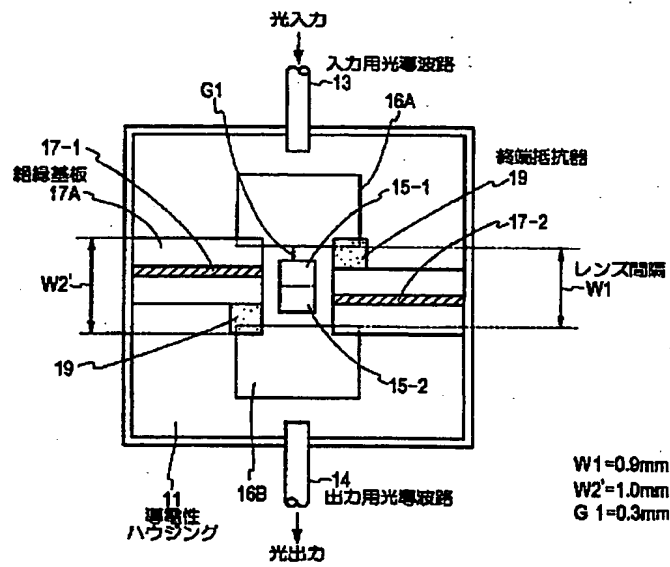


図 13

フロントページの続き